

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3627 127 A 1**

⑤1 Int. Cl. 4:  
**G 01 L 1/26**

②1 Aktenzeichen: P 36 27 127.6  
②2 Anmeldetag: 6. 8. 86  
④3 Offenlegungstag: 18. 2. 88

*Behördenzertifikat*

DE 3627 127 A 1

⑦1 Anmelder:  
Pfister GmbH, 8900 Augsburg, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Kahler, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8948 Mindelheim

⑦2 Erfinder:  
Häfner, Hans W., 8890 Aichach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Membran für Kraftmeßeinrichtungen**

Kraftmeßeinrichtung in der Form einer Kraftmeßdose, mit mindestens einer Membran, die mit einem flächigen Gegenelement umfangsmäßig verbunden ist, und mit mindestens einem Sensor, der abhängig von der Durchbiegung der Membran ein elektrisches Signal abgibt, wobei im Inneren der Kraftmeßdose ein mit dem Krafteinleitungspunkt der Membran in Verbindung stehendes erstes Sensorelement und ein an dem Gegenelement angebrachtes zweites Sensorelement in einer derartigen Lagebeziehung zueinander angeordnet sind, daß bei Krafteinleitung eine Relativbewegung zwischen den beiden Sensorelementen ein entsprechendes Signal hervorruft.

DE 3627 127 A 1

## Patentansprüche

1. Kraftmeßeinrichtung in der Form einer Kraftmeßdose mit mindestens einer Membran, die mit einem flächigen Gegenelement umfangsmäßig verbunden ist, und mit mindestens einem Sensor, der abhängig von der Durchbiegung der Membran ein elektrisches Signal abgibt, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Kraftmeßdose (10; 30; 40; 50) ein mit dem Krafteinleitungspunkt der Membran (14) in Verbindung stehendes erstes Sensorelement (22) und ein an dem Gegenelement (12; 14) angebrachtes zweites Sensorelement (24) in einer derartigen Lagebeziehung zueinander angeordnet sind, daß bei Krafteinleitung eine Relativbewegung zwischen den beiden Sensorelementen ein entsprechendes Signal hervorruft.
2. Kraftmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sensorelemente ein Hallgenerator (24) und ein Magnet (22) sind.
3. Kraftmeßeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Hallgenerator GaAs-Hallgenerator und Magnet ein SmCo-Magnet ist.
4. Kraftmeßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gegenelement eine steife Grundplatte (12) ist.
5. Kraftmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gegenelement eine weitere Membran (14) ist, die spiegelbildlich mit der ersten Membran (14) verbunden ist.
6. Kraftmeßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das mit dem Krafteinleitungspunkt der Membran (14) in Verbindung stehende Sensorelement (22) bzw. (24) an einem in das Innere der Kraftmeßdose reichenden Krafteinleitungsbolzen (20) angebracht ist.
7. Kraftmeßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (14) durch eine weitere Membran (44) mit umgekehrtem Biegeverhalten verbunden ist, die parallel zur ersten Membran (14) an einem in das Innere der Kraftmeßdose reichenden Kraftaufnahmebolzen (42) befestigt ist.
8. Kraftmeßeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Gegenelement eine spiegelbildliche Anordnung der beiden übereinander angeordneten Membranen (14, 44) dient.
9. Kraftmeßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß umfangsmäßig verteilt mehrere Sensoren (22, 24) angeordnet sind.
10. Kraftmeßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membranen (14, 44) mit dem Gegenelement bzw. einer anderen Membran durch biegeelastische Verschweißung verbunden sind.
11. Kraftmeßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Linearisierung des Ansprechverhaltens die Membran(en) (14) unterschiedlich vorgespannt werden.
12. Kraftmeßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Linearisierung des Ansprechverhaltens der Kraftmeßeinrichtung das erste und zweite Sensorelement (22, 24) des oder der Sensoren (unterschiedlich) zueinander in einer bestimmten Verset-

zung angeordnet werden.

13. Membran für Kraftmeßeinrichtungen, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer elastischen zentralen Scheibe, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale elastische Scheibe (14a) von einem Torsionsring (14b) umgeben ist, der mit der Scheibe (14a) bzw. einem Gegenelement (12) an im Querschnitt gesehen diametral gegenüberliegenden Punkten biegeelastisch verbunden ist.

14. Membran nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsring (14b) und die zentrale Scheibe (14a) aus unterschiedlichem Material hergestellt sind.

15. Membran nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsring (14b) mit der zentralen Scheibe (14a) bzw. dem Gegenelement (12; 14; 44) durch biegeelastische Verschweißung bzw. einen verdünnten Übergang (14c) verbunden ist.

16. Membran nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Torsionsring (14b) und die Scheibe (14a) einstückig ausgeführt sind.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kraftmeßdose gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige Kraftmeßdosen bestehen gewöhnlich aus einer kreisförmigen Grundplatte und einer am Umfang der Grundplatte biegeelastisch angeschweißten, federnden Membran, die einen Krafteinleitungsansatz an ihrer Oberseite aufweist. Zur Kraftmessung wird eine der stärksten Biegung ausgesetzte Fläche mit einem Dehnungsmeßstreifen versehen, der in bekannter Weise bei Durchbiegung der Membran ein davon abhängiges Signal abgibt. Die Anbringung der Dehnungsmeßstreifen ist kompliziert; auch sind sie empfindlich gegen Umwelteinflüsse und das abgegebene Signal ist verhältnismäßig schwach.

Bekannt sind auch magnetfeldabhängige Halbleiter-Positionssensoren, die einen Hallgenerator verwenden, der ein von einer Positionsveränderung zwischen dem Hallgenerator und einem Magneten abhängiges Signal abgibt. Obwohl es bekannt ist, daß eine Kraftmeßung auf Grund einer Positionsveränderung gemessen werden könnte, bereitet die Anbringung der beiden Elemente also Hallgenerator und Magnet an entsprechenden Teilen einer Kraftmeßeinrichtung erhebliche Schwierigkeiten. Hinzu kommt, daß diese Elemente Umwelteinflüssen ausgesetzt sind, die zumindest Alterungserscheinungen hervorrufen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Kraftmeßeinrichtung anzugeben, die bei einfachstem Aufbau auch über eine lange Betriebsdauer sehr genau arbeitet.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch eine Kraftmeßeinrichtung mit den Merkmalen des Kennzeichens des Patentanspruchs 1.

Die Verwendung eines Hallgenerators und eines Magneten und die Anbringung an relativ zueinander bewegten Elementen der Kraftmeßeinrichtung gewährleistet, daß bei Kraftanwendung ein sehr deutliches Signal erzeugt wird. Da die Elemente hermetisch eingeschlossen sind werden Umwelteinflüsse vollkommen von ihnen abgehalten.

Bevorzugte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen

Kraftmeßeinrichtung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen an Hand der Zeichnung. Es zeigen

Fig. 1 eine Seitenansicht, teilweise im Schnitt, einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung mit einer Membran,

Fig. 2 eine Ansicht ähnlich derjenigen der Fig. 1 einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung mit zwei gegeneinander geschalteten Membranen,

Fig. 3 eine Ansicht ähnlich derjenigen der Fig. 1 einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung mit zwei übereinander angeordneten Membranen und

Fig. 4 eine Ansicht ähnlich derjenigen der Fig. 1 mit vier Membranen.

Fig. 1 zeigt eine Kraftmeßdose 10 mit einer biegesteifen Grundplatte 12 und einer federnden Membran 14, auf deren Oberseite eine Krafteinleitungskalotte 16 angebracht ist. Die Kalotte 16 ist nach innen durch einen Kraftaufnahmebolzen 20 fortgesetzt, dessen Stirnfläche in unbelastetem Zustand der Kraftmeßdose einen geringen Abstand aufweist. Am Kraftaufnahmebolzen 20 ist seitlich ein Erregungselement insbesondere ein Magnet 22 befestigt der bevorzugt aus SmCo besteht. In geringem Abstand gegenüberliegend ist abgestützt auf der Oberseite der Grundplatte 12 ein Hallgenerator angeordnet, der bevorzugt aus GaAs besteht.

Das Innere der Kraftmeßdose ist dadurch hermetisch abgeschlossen, daß die Membran 14 längs des ganzen Umfangs 18 biegeelastisch mit der Grundplatte 12 verschweißt ist.

Bei Krafteinwirkung bewegt sich der Kraftaufnahmebolzen 20 in Richtung der Grundplatte 12, wobei auch der Magnet 22 in seiner Position verändert wird, was im Hallgenerator 24 ein entsprechendes Spannungssignal hervorruft, das über nicht gezeigte Leitungen zur Auswertung aus der Kraftmeßdose herausgeführt wird. Bei Überlastung liegt die Stirnfläche des Kraftaufnahmebolzens 20 auf der Oberseite der Grundplatte 12 auf, so daß keine Beschädigung der Kraftmeßdose erfolgt.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung mit einer Kraftmeßdose 30, die aus zwei gegeneinander gelegten Membranen gemäß Fig. 1 besteht. Die Grundplatte 12 fällt weg und eine Krafteinwirkung auf die Kraftmeßdose bewirkt einen doppelten Weg zwischen Hallgenerator 24 und Magnet 22, wobei in diesem Falle der Hallgenerator 24 an der Seite des unteren Kraftaufnahmebolzen 20 angebracht ist. Die Ränder der beiden Membranen 14 sind miteinander bei 18 biegeelastisch verschweißt.

Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung, bei der eine Kompensation von Querkraften dadurch stattfindet, daß zwei Membranen gleichgerichtet übereinander an einem Kraftaufnahmebolzen 42 angebracht sind. Bei dieser Kraftmeßdose 40 wird wiederum eine Grundplatte 12 verwendet, die den Hallgenerator 24 trägt. Die erste Membran 14 ist mit ihrem Rand wiederum am Umfang der Grundplatte 12 verschweißt. Über dieser ersten Membran 14 ist eine zweite Membran 44 angeordnet, deren unterer Rand 48 biegeelastisch mit dem oberen Rand der ersten Membran 14 verschweißt ist. Die Membran 44 ist wiederum mit dem Kraftaufnahmebolzen 42 verbunden und erstreckt sich von diesem senkrecht zu dessen Längsachse hinweg.

Wie ersichtlich, ist die zweite Membran 44 in entgegengesetzter Weise mit verdünnten Stellen 46 versehen, wie die erste Membran 14. Eine derartige Ausgestaltung der beiden Membranen 14, 44 kompensiert eine Querbewegung der Kraftmeßdose bei Anlegen einer Kraft in einer von der senkrechten abweichenden Richtung.

Fig. 4 veranschaulicht eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung als Verdoppelung der Ausführungsformen der Fig. 2 und 3. Bei dieser Kraftmeßdose 50 ist die Grundplatte 12 der Fig. 3 wiederum ersetzt durch die spiegelbildliche Anordnung der Membranen 14, 44 der Ausführungsform der Fig. 3. Hierdurch ergibt sich ein besonders großes Ausgangssignal, während andererseits Querbewegungen aufgefangen werden.

Bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen sind die Membranen mit der Grundplatte 12 bzw. miteinander biegeelastisch verschweißt. Andere Verbindungsarten wie Kleben oder dergleichen sind möglich.

Als Beispiel für die Positionsänderungsfeststellung wurde die Kombination Hallgenerator mit Magnet bevorzugt verwendet. In Frage kommen können auch andere miniaturisierte Positionsfeststellkombinationen, die durch den hermetischen Abschluß vor Umwelteinflüssen absolut geschützt sind.

Beispielsweise liefert ein im Magnetfeld eines SmCo-Magneten liegender GaAs-Hallgenerator bei der seitlichen Verschiebung des Magneten eine dem Verschiebeweg proportionale Ausgangsspannung von etwa 10 mV/0,1 mm. Es sei erwähnt, daß auch die Abgleichschaltung für den Hallgenerator im Inneren der Kraftmeßdose untergebracht werden kann.

Für die Erzielung hoher Ausgangssignale und zur Kompensation asymmetrischer Krafteinleitung können auch zwei oder mehrere Hallgeneratoren mit zugeordneten Magneten in einer Kraftmeßzelle eingesetzt werden.

Abschließend sei noch auf ein Merkmal der erfindungsgemäßen Membran hingewiesen, das von allgemeiner Bedeutung ist. Wie die Figuren zeigen, besitzt jede Membran 14 eine verhältnismäßig dünne elastische zentrale Scheibe 14a, die von einem im Verhältnis zur Dicke der Scheibe starken Torsionsring 14b umgeben ist. Die Scheibe 14a und der Torsionsring 14b können aus gleichem oder aber etwa zur Temperaturkompensation unterschiedlichem Material hergestellt sein. Der Torsionsring 14b ist einerseits bei 18 biegeelastisch mit der Grundplatte 12 bzw. einem Rand einer weiteren Membran verschweißt und steht mit der Scheibe 14b an einer im Querschnitt gesehen diagonal dieser Schweißnaht gegenüberliegenden, verdünnten Stelle 14c in Verbindung. Da Membranen im allgemeinen eine nichtlineare Kennlinie besitzen, kann mittels des Torsionsringes gegebenenfalls unter Wahl eines anderen Werkstoffes bzw. der entsprechenden Dimensionen eine Kompensation der Nichtlinearität erreicht werden. Durch diese spezielle Anordnung wird der Einfluß von Querkraften wesentlich verringert.

Da Membranen zur Druckmessung im allgemeinen eine geringe Nichtlinearität aufweisen, werden erfindungsgemäß Maßnahmen zur Erhöhung der Genauigkeit getroffen. So kann eine der beiden Membranen 14 der Fig. 3 in einer Kraftrichtung vorgespannt werden oder es werden beide Membranen 14 in entgegengesetzter Richtung vorgespannt.

Zur Linearisierung des Ansprechverhaltens des Hallgenerators 22, 24 kann mindestens ein weiterer Hallgenerator 22, 24 im Inneren der Kraftmeßeinrichtung an-

5

geordnet werden, wobei die Relativlage zwischen Magnet 22 und Hallgenerator 24 der beiden Anordnungen 22, 24 mit unterschiedlicher Versetzung gewählt wird. Dabei können die jeweiligen Elementepaare 22, 24 entweder senkrecht übereinander oder bevorzugt umfangsmäßig symmetrisch verteilt angeordnet sein. Diese Maßnahme kann nicht nur zur Linearisierung des Ansprechverhaltens des Sensors 22, 24 sondern auch zum Ausgleich der Nichtlinearität der Membran(en) ausgenutzt werden. Umgekehrt kann auch die Bemessung der Vorspannung der Membran(en) zur Kompensation von Nichtlinearitäten des Sensors 22, 24 verwendet werden.

Dies bedeutet, daß durch Kombination dieser Maßnahmen, nämlich die Anordnung mehrerer Membranen, deren Dimensionierung und Materialauswahl, deren Vorbelastung und die geeignete Wahl der Versetzung des Magneten 22 zum Hallgenerator 24 von ein oder mehreren Sensorelementen 22, 24 eine ausgezeichnete Linearität der erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung über einen sehr großen Meßbereich erhalten werden kann.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

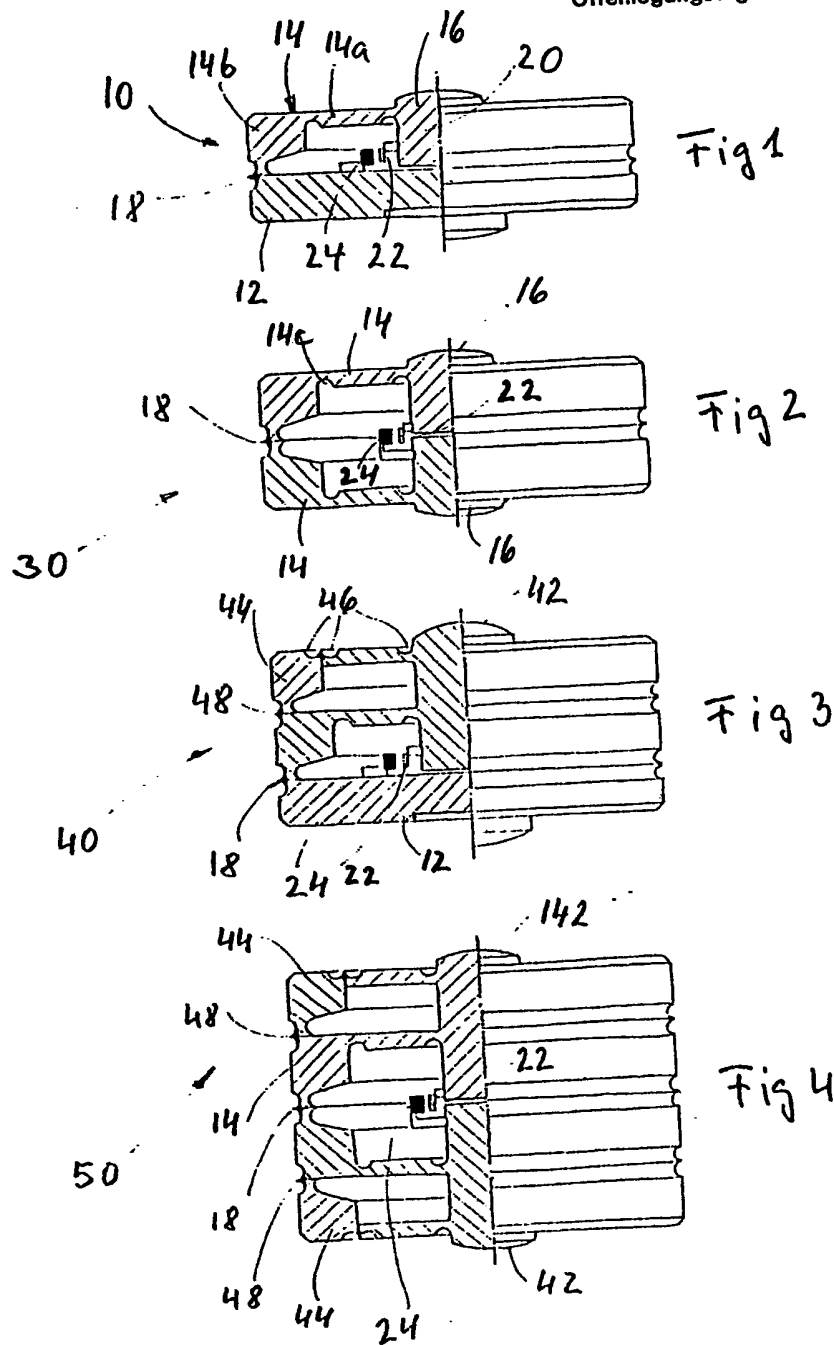
**- Leerseite -**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3627127

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

36 27 127  
G 01 L 1/26  
6. August 1988  
18. Februar 1988



Docket # 2003P13315  
Applic. # 10/571,019  
Applicant: Markus et al.

708 887/201

Lerner Greenberg Steiner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101